

VULNERABILIDADE A INCÊNDIOS FLORESTAIS: REFLEXÕES ACERCA DO PARQUE ESTADUAL DO JUQUERY E SEU ENTORNO

IEMBO, Jorge Luiz Vargas - jorge.iembo@usp.br
Universidade de São Paulo / USP

GALVANI, Emerson – egalvani@usp.br
Universidade de São Paulo / USP

Submetido em: 20/10/2020

Aceito para publicação em: 22/12/2020

Publicado em: 06/04/2021

DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v28i0.77411>

RESUMO: Este trabalho procurou compreender a vulnerabilidade a incêndios florestais do Parque Estadual do Juquery (PEJ) e de seu entorno, que estão inseridos nos municípios de Franco da Rocha e Caieiras na Região Metropolitana de São Paulo. Dados de focos de calor obtidos por sensoriamento remoto entre 2002 a 2018 e dados de pluviosidade para o mesmo período foram correlacionados com o mapeamento do uso da terra feito para 2018, o resultado foi analisado em conjunto com o modelo conceitual de vulnerabilidade a incêndios florestais proposto por Tedim e Carvalho (2013) no qual foram utilizadas variáveis físicas (cobertura vegetal, declividade e orientação das vertentes) e dados socioeconômicos obtidos do censo demográfico de 2010 e do índice de vulnerabilidade paulista (versão 2010). Verificou-se que 94% dos registros de focos de calor concentravam-se em cinco meses do ano (de junho a outubro) e que 43% ocorreram sobre coberturas vegetais campestres, com destaque para área do PEJ, onde existiam remanescentes de fisionomias vegetais do domínio Cerrado. Foram identificadas áreas com interface urbano-florestal, assim como analisados o grau de exposição, a fragilidade e a capacidade de intervenção do Parque e da população do seu entorno. A discussão sobre incêndios florestais deve ser encarada como um processo social, pois a ocupação de áreas mais ou menos suscetíveis e o acesso aos recursos (financeiros, institucionais, etc.) ocorrem de maneira desigual, assim um mesmo evento pode afetar de maneira desigual locais e grupos sociais diferentes, revelando assim situações de maior vulnerabilidade socioambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Exposição; Suscetibilidade; Capacidade de Intervenção; Parque Estadual do Juquery; Interface urbano-florestal.

VULNERABILITY TO FOREST FIRE: REFLECTIONS UPON PARQUE ESTADUAL DO JUQUERY AND ITS SURROUNDINGS

ABSTRACT: This study aimed to understand the vulnerability to forest fires in the Parque Estadual do Juquery (PEJ) and its surroundings areas which are inserted in the municipalities of Franco da Rocha and Caieiras in São Paulo's Metropolitan Region. Heat source data obtained by remote sensing between 2002 to 2018 and rainfall data for the same period were correlated with the mapping of land use made for 2018, the obtained results were analyzed together with the proposed conceptual model of vulnerability to forest fires by Tedim and Carvalho (2013) in which physical variables (vegetation cover, slope and slope orientation) and socioeconomic data obtained from the 2010 demographic census and the São Paulo's vulnerability index (2010 version) were used. It was found that 94% of the heat source records were concentrated in five months of the year (from June to October) and that 43% occurred on campestrial vegetation cover type, with emphasis on the PEJ area, where there were remnants of plant physiognomies from the Cerrado domain. Areas with a wildland-urban interfaces were identified, as well as the degree of exposure, fragility and intervention capacity of the Park and the surrounding population. The discussion about forest fires should be seen as a social process, since the occupation of more or less susceptible areas and the access to

resources (financial, institutional, etc.) occur unevenly, so the same event can unevenly affect different places and social groups, thus revealing the situations of greater socio-environmental vulnerability.

KEYWORDS: Exposure; Susceptibility; Intervention Capacity; Parque Estadual do Juquery; Wildland-urban interfaces.

VULNERABILIDADE AL INCENDIO FORESTAL: REFLEXIONES SOBRE EL PARQUE ESTATAL DE JUQUERY Y SUS ALREDEDORES

RESUMEN: Este trabajo buscó comprender la vulnerabilidad a los incendios forestales en el Parque Estatal de Juquery (PEJ) y sus alrededores, que se insertan en los municipios de Franco da Rocha y Caieiras en la Región Metropolitana de São Paulo. Se correlacionaron los datos de puntos de calor obtenidos por teledetección entre 2002 a 2018 y los datos de precipitaciones del mismo período con el mapeo de uso del suelo realizado para 2018, los resultados obtenidos fueron analizados junto con el modelo conceptual de vulnerabilidad a incendios forestales propuesto por Tedim y Carvalho (2013) en el que se utilizaron variables físicas (cobertura vegetal, pendiente y orientación de la pendiente) y datos socioeconómicos obtenidos del censo demográfico de 2010 y el índice de vulnerabilidad de São Paulo (versión 2010). Se encontró que 94% de los registros de puntos calientes se concentraron en cinco meses del año (de junio a octubre) y que el 43% ocurrió sobre coberturas vegetales de tipo campo, con énfasis en el área del PEJ, donde existieron remanentes de fisonomías vegetales del dominio Cerrado. Se identificaron áreas con interfaz urbano-forestal, así como se analizó el grado de exposición, fragilidad y capacidad de intervención del Parque y la población circundante. La discusión sobre incendios forestales debe ser vista como un proceso social, ya que la ocupación de áreas más o menos susceptibles y el acceso a los recursos (financieros, institucionales, etc.) ocurren de manera desigual, por lo que un mismo evento puede afectar de manera desigual a diferentes locales y grupos sociales, revelando así las situaciones de mayor vulnerabilidad socioambiental.

PALABRAS CLAVE: Exposición; Susceptibilidad; Capacidad de intervención; Parque Estadual do Juquery; Interfaz urbano-forestal.

INTRODUÇÃO

"Impactos de eventos extremos recentes relacionados ao clima, como ondas de calor, secas, inundações, ciclones e incêndios florestais, revelam vulnerabilidade e exposição de alguns ecossistemas e muitos sistemas humanos à variabilidade climática atual" (IPCC, 2015, p. 53).

A vulnerabilidade foi incorporada a partir do 4º relatório do International Panel on Climate Change (IPCC) como uma "ideia-forte" para políticas públicas e diferentes campos de estudo. Em um mundo marcado pela desigualdade social e espacial, um mesmo evento, relacionado ou não a mudanças climáticas, será sentido e percebido de forma desigual, ou seja, alguns grupos sociais e alguns locais terão maiores dificuldades de antecipação, enfrentamento e recuperação de possíveis danos causados por tais eventos.

Enquanto expressão de uma situação vivida diariamente na sociedade contemporânea, a vulnerabilidade torna a população, bem como sua dinâmica demográfica, componentes essenciais, pois mesmo que um determinado evento produza impactos em diversos lugares, é essencial entender e estudar como ele se manifestará em cada um, quem sofrerá mais com ele, e o que pode ser feito para diminuir seus impactos (MARANDOLA JR., 2009).

Diferentemente de Cutter (2011) que relaciona vulnerabilidade com o potencial de perda ou impacto negativo, Marandola Jr. (2009, p. 38) a considera não como a perda em si, o espectro negativo, mas sim como o qualitativo do

enfrentamento, ou seja, ser vulnerável não diria respeito exclusivamente a suscetibilidade à perda, mas também ao conjunto dinâmico que compõem tudo o que se tem disponível para dar respostas aos perigos.

Incêndio florestal é o termo que trata da propagação livre ou descontrolada do fogo em florestas e outras formas de vegetação. Existem situações em que o fogo é manejado, ocorrendo de forma controlada, sendo nestes casos definido como queimada (SOARES; SANTOS, 2002). As condições naturais que influenciam incêndios florestais são bem conhecidas e de difícil controle, porém, o que se tem registrado, de acordo com a FAO (2019) é que a maioria dos incêndios florestais tem origem antrópica, ou seja, poderiam ser evitados ou ao menos minimizados. As causas incluem, por exemplo, desmatamento, atividades agrícolas, manutenção de pastagens para manejo de gado, extração de produtos florestais não-madeireiros, desenvolvimento industrial, reassentamento, caça, negligência e incêndios criminosos (FAO, 2019). No Brasil, em 2014, 90% dos incêndios florestais foram provocados por ações humanas (ICMBIO, 2014).

Os incêndios podem provocar impactos negativos como perda de vidas humanas e de animais, perda de residências, perda na produção agrícola, interrupção de vias, linhas de transmissão e aeroportos, potenciais contribuições para aumento do efeito estufa, diminuição da qualidade dos solos e da vegetação e problemas de saúde associados à fumaça emitida (NEVES, 2017).

Os incêndios são uma ameaça para as Unidades de Conservação (UC) e, dentre outros fatores, possuem relação íntima com as condições climáticas. Uma compilação de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Fogo identificou como período mais propício para ocorrência de incêndios florestais o intervalo entre os meses de julho e novembro, sendo percebida a influência de eventos climáticos na distribuição anual dos incêndios, além da pressão de atividades antrópicas que as UC sofrem no seu entorno (TORRES et al, 2016).

As atividades humanas relacionadas com o desenvolvimento urbano têm avançado sobre as áreas rurais e naturais, aumentando o conflito entre seres humanos e os ambientes naturais, criando uma zona de interface urbano-florestal (IUF) que se por um lado causa fragmentação, compromete a biodiversidade e introduz espécies exóticas nos meios naturais, por outro lado expõe essas ocupações urbanas a eventos perigosos como os incêndios florestais, sejam eles de ocorrência natural ou iniciados por atividades humanas. Tem-se registrado um aumento significativo de incêndios associados à IUF pelo mundo (LAMPIN-MAILLET et al, 2010).

Para uma efetiva gestão do risco de incêndio florestal, faz-se necessário entendê-los como um processo resultante da interação entre componentes ecológicos e humanos. Se o fogo é um processo físico e químico central na discussão dos impactos negativos que causa, a vulnerabilidade aos incêndios é socialmente construída, e influenciada por fatores históricos, econômicos, políticos e culturais, com distintas escalas (TEDIM e CARVALHO, 2013).

Entender as dimensões e os contextos sociais, ambientais, artificiais, culturais, etc. em que pessoas e lugares estão inseridos é de grande relevância para a identificação de situações de vulnerabilidade (MARANDOLA JR., 2009 e TEDIM e CARVALHO, 2013), pois se deve partir do reconhecimento da existência

de diferentes vulnerabilidades a um mesmo tipo de evento que variam tanto espacial como temporalmente, produzindo prejuízos, danos e perdas.

O presente trabalho tem como tema a relação entre vulnerabilidade e incêndios florestais, tanto em áreas naturais como em contextos urbano-florestais, tendo como objetivo identificar situações de vulnerabilidade a incêndios florestais no Parque Estadual do Juquery (PEJ) e seu entorno. Para alcançar este objetivo, dados de focos de calor obtidos por sensoriamento remoto entre 2002 a 2018 e dados de pluviosidade para o mesmo período foram correlacionados com o mapeamento do uso da terra feito para 2018, o resultado foi analisado em conjunto com o modelo conceitual de vulnerabilidade a incêndios florestais proposto por Tedim e Carvalho (2013) no qual foram utilizadas variáveis físicas e dados socioeconômicos obtidos do censo demográfico de 2010 e do índice de vulnerabilidade paulista (versão 2010). Nesse modelo, a vulnerabilidade é apreendida pela análise de três componentes, sendo elas a exposição, a fragilidade e a capacidade de enfrentamento.

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo objeto desta pesquisa, com aproximadamente 115 km², compreende partes do município de Franco de Rocha (66 km² - 57,4%) e Caieiras (49 km² - 42,6%), ambos inseridos na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) a norte do município de São Paulo e da Serra da Cantareira (figura 1). Na parte central da área de estudo, encontra-se o Parque Estadual do Juquery (PEJ), Unidade de Conservação de proteção integral criada em 1993 com objetivo de "preservação dos ecossistemas das espécies vegetais e animais, dos seus habitat, e dos sítios geomorfológicos de parte da Fazenda Juquery" (SÃO PAULO, 1993). Dentre as justificativas para sua criação, destaca-se a necessidade de se preservar a existência de ilhas-refúgio de Cerrado, datadas do Pleistoceno, quando este domínio vegetal espalhava-se por grande parte do Estado de São Paulo, assim como remanescentes de fauna e flora da Mata Atlântica, ameaçados por encontrarem-se no eixo de expansão urbana.

Até 2019, o Parque não contava com Plano de Manejo e, portanto não possuía zoneamento interno nem zona de amortecimento. A delimitação da área de estudo considerou como entorno do PEJ as áreas pertencentes aos municípios de Franco de Rocha e Caieiras que se encontram a leste da linha férrea da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM).

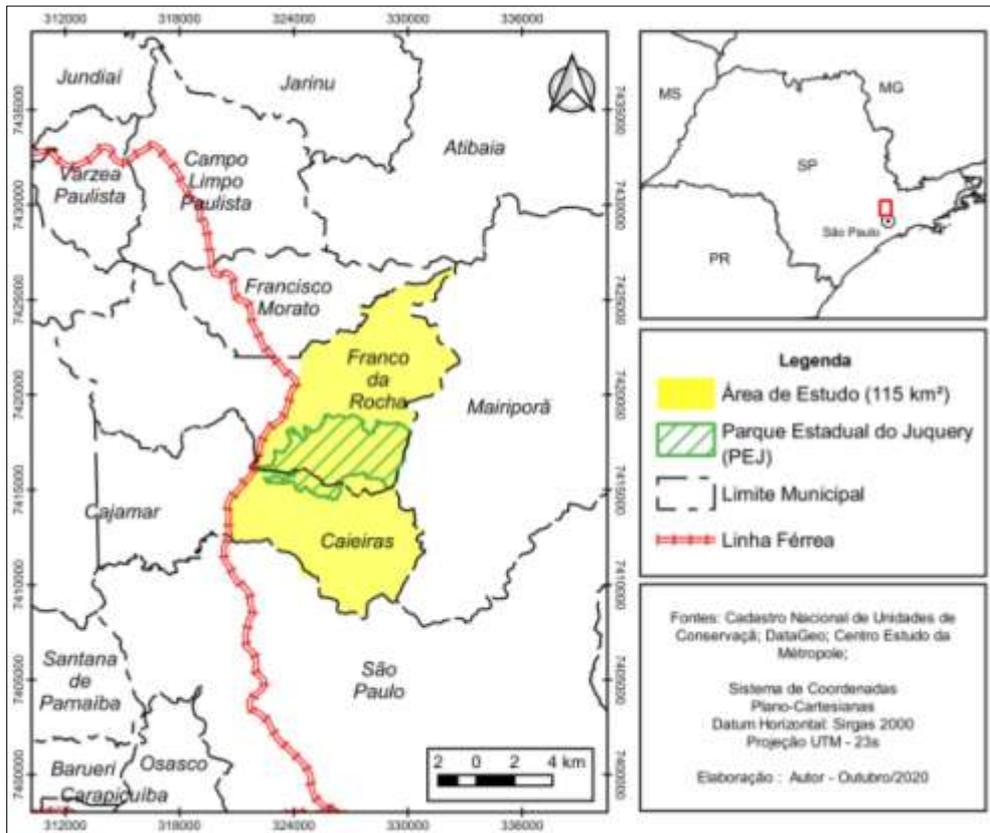


Figura 1 - Localização da área de estudo.

No entorno do PEJ, assim como em boa parte da RMSP, o processo de urbanização e industrialização transformou a paisagem, deixando-a marcada pela presença de áreas urbanas densamente ocupadas (RAIMUNDO, 2017), que se mesclam com fragmentos de remanescentes naturais, atividades agrícolas, como silvicultura e hortifruticultura, condomínios e áreas de lazer que se apropriam de paisagens naturais para valorização desses espaços.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados registros de pluviosidade que compreendem o período entre os anos de 2002 a 2018, obtidos da estação "Franco da Rocha" (02346098), localizada sob as coordenadas S 23°19'59,16" e W 46°43'58,08", em uma altitude de 740m, controlada pela Agência Nacional Águas (ANA, 2019).

Através do portal eletrônico do IBGE, foram adquiridos os resultados do universo da pesquisa censitária¹ realizada em 2010, assim como a malha espacial² dos 174 setores censitários para a área de estudo. O SEADE (2013) classificou os setores censitários do Estado de São Paulo pelo Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS) versão 2010 que teve como objetivo localizar espacialmente as áreas que concentram a residência dos segmentos

¹ ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Resultados_do_Universo/Agregados_por_Setores_Censitarios/SP_Exceto_a_Capital_20190207.zip. Acesso em 07 set. 2019.

² ftp://geoftp.ibge.gov.br/recortes_para_fins_estatisticos/malha_de_setores_censitarios/censo_2010/base_de_faces_de_logradouros/SP/35164080500.zip. Acesso em 07 set. 2019.

populacionais mais frágeis e que deveriam, a princípio, serem alvos prioritários das políticas públicas.

Os focos de calor foram obtidos através do "Banco de Dados de Queimadas", um banco de dados georreferenciados que disponibiliza em formato vetorial do tipo ponto a localização (coordenada geográfica), data, horário, satélite e sensor que registrou o foco. Este banco de dados é organizado e disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2019). Foram considerados os dados coletados pelos satélites AQUA M-T e NPP-375 entre os anos de 2002 a 2018, sendo que o primeiro fornece dados desde 2002 através do sensor MODIS com resolução espacial de mil metros, enquanto que o segundo possuía o sensor VIIRS com resolução de 375 metros com dados a partir de 2012.

Através do banco de dados geomorfométricos INPE (2011), foram adquiridos dados de altimetria, orientação e declividade de vertentes, com resolução espacial de 30 metros.

Para o mapeamento do uso e cobertura da terra foi realizada uma classificação semi-automática por meio de uma plataforma de Sistema de Informação Geográfica (SIG), o QGis, fazendo uso de uma imagem de 16 de agosto de 2018 obtida pelo sensor MSI embarcado no satélite SENTINEL-2 da European Space Agency (ESA), com resolução espacial de 10 metros para as bandas do visível e infravermelho próximo (ESA, 2019). Os procedimentos metodológicos para o mapeamento da cobertura da terra foram baseados na 3ª edição do Manual Técnico do Uso da Terra elaborado pelo IBGE (2013), adotando-se as seguintes classes: áreas urbanizadas; área florestal (mata); áreas campestres (campo); reflorestamento; áreas agrícolas de uso não identificado (áreas agrícolas); áreas descobertas; e, água.

O mapa de suscetibilidade a incêndio florestal utilizado na análise da vulnerabilidade (componente fragilidade) foi elaborado a partir da metodologia proposta por Torres et al (2014) na qual são atribuídos pesos para classes de variáveis físicas (tipo de vegetação, orientação e declividade de vertentes) e notas para cada tipo de variável, realizando então a combinação entre elas.

Através do uso de imagens de sensoriamento remoto foi possível também inferir, ainda que de forma genérica e em escala regional, os locais onde a interface urbano-florestal (IUF) era mais presente, entendendo esta interface como áreas residenciais, ocupadas de forma permanente, temporária ou sazonalmente, localizadas próximas ou mescladas com coberturas florestais ou campestres (LAMPIN-MAILLET et al, 2010). Para inferência da IUF utilizou-se também o dado de densidade de população/km² e domicílios/km² por setor censitário na área de estudo, desconsiderando aqueles os setores que representam exclusivamente presídios, casas de detenção e centros de reabilitação (seis no total).

As análises espaciais e integradas foram realizadas com base no modelo conceitual proposto por Tedim e Carvalho (2013), na qual a vulnerabilidade a incêndio florestal, entendida como construção social, é resultado da combinação entre os seguintes componentes: exposição; grau de fragilidade das pessoas, comunidades, sociedades, estruturas econômicas, estruturas físicas e dos ecossistemas; e, da capacidade de intervenção.

A componente exposição representaria a interface onde se processa a interação entre os processos naturais (fogo) e os sistemas socioecológicos. Os elementos expostos que a sociedade valoriza seriam a materialização desta interação, sendo que o enfoque pode recair sobre elementos ecológicos, humanos ou socioeconômicos. A segunda componente, fragilidade, refere-se às características dos edifícios, pessoas, funções e organizações que quando submetidas a um incêndio florestal afetam sua integridade e/ou funcionalidade, adotando um caráter multidimensional (físico, econômico, social, cultural, ecológico e institucional). E a última componente, designada como capacidade de intervenção trata da possibilidade de se utilizar competências assim como recursos das populações e organizações (financeiras, técnico-científicas, humanos) para reduzir a exposição e a fragilidade dos elementos, minimizando os impactos causados por um incêndio florestal (TEDIM e CARVALHO, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA E FOCOS DE CALOR

Pelo mapeamento do uso e cobertura da terra (figura 2) notou-se que as áreas urbanas estavam concentradas a noroeste (município de Franco da Rocha) e a sudoeste (município de Caieiras) do PEJ, no entorno da linha e estações de trem. A partir da estação de Franco da Rocha, em direção leste/nordeste, a ocupação urbana torna-se menos densa e mais fragmentada, mesclando-se com áreas campestres e florestais. Situação semelhante ocorre se olharmos a partir da estação de Caieiras em direção leste/sudeste, porém com a presença de uma grande área de reflorestamento no centro da área urbanizada, e com a presença de uma área florestal do tipo mata menos fragmentada. Já a faixa central é ocupada, quase que exclusivamente pelo PEJ e outras áreas remanescentes da Fazenda Juquery.

Na tabela 1, discriminaram-se os tamanhos e percentuais das classes de uso e cobertura da terra. Observou-se que as coberturas vegetais do tipo mata e campo ocupavam juntas quase 70% da área de estudo, com a cobertura do tipo mata sendo um pouco maior. As áreas urbanas cobriam 15% deste território, enquanto que as áreas de reflorestamento respondiam por 11% da cobertura, concentradas principalmente em Caieiras. As áreas de uso agrícola não chegavam a 4% do total, mais presentes em Franco da Rocha.

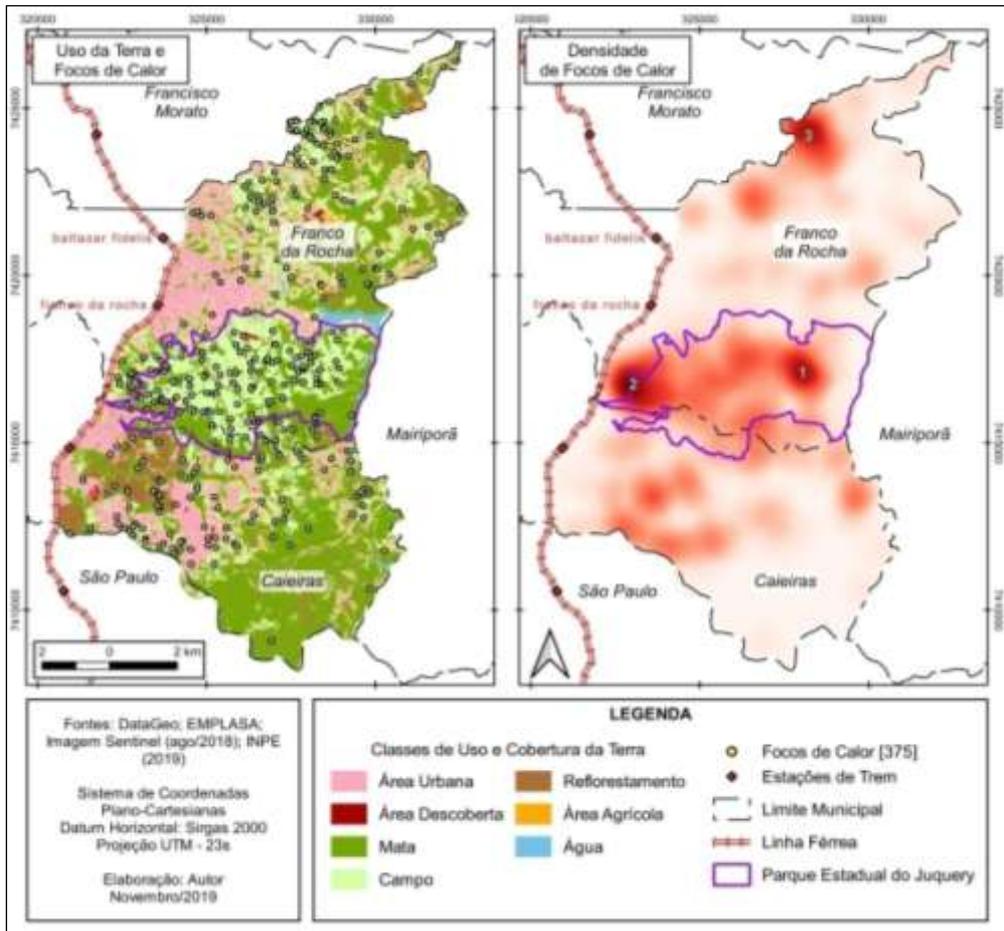


Figura 2 - Localização dos focos de calor e classes de uso e cobertura da terra.

Tabela 1 - Classes de uso e cobertura da terra na área de estudo.

Classes de uso e cobertura da terra na Área de Estudo	Área (km ²)	%
Área Urbana	17,26	15,01
Área Descoberta	1,80	1,25
Mata	42,77	37,19
Campo	35,40	30,78
Reflorestamento	12,70	11,07
Uso agrícola	4,10	3,56
Água	0,97	0,84
TOTAL	115,00	100,00

Fonte: Compilação própria a partir das imagens Sentinel 2 de agosto de 2018.

O tamanho e percentual das classes de uso e cobertura da terra existentes no interior do PEJ foram relacionados na tabela 2. Foi possível notar que o Parque possui 50% do seu território coberto por campo e 40% por mata. O resultado da classificação do uso e cobertura da terra não separou as áreas campestres remanescentes de fitofisionomias de Cerrado de outros tipos de campo, como campo antrópico, pois a resposta radiométrica desses tipos de cobertura foi muito próxima, porém sabe-se, por meio do inventário florestal de 2010 do Instituto Florestal (2019), que no interior do PEJ encontram-se importantes remanescentes de Cerrado.

Tabela 2 - Classes de uso e cobertura da terra no PEJ.

Classes de uso e cobertura da terra no PEJ	Área (km ²)	% da classe em relação ao PEJ	% da classe em relação à Área de Estudo
Área Urbana	0,20	0,97	1,16
Área Descoberta	0,12	0,60	6,87
Mata	8,24	40,09	19,26
Campo	10,46	50,92	29,55
Reflorestamento	1,02	4,97	8,05
Uso agrícola	0,26	1,27	6,39
Água	0,24	1,18	25,06
TOTAL	20,54	100,00	-

Fonte: Compilação própria a partir das imagens Sentinel 2 de agosto de 2018.

O sistema de monitoramento de incêndios florestais do INPE registrou, entre 2002 e 2018, 375 focos de calor, sendo que dois satélites, AGUA M-T e NPP-375, responderam por quase 80% (299) destes registros.

Os focos de calor foram representados na figura 2 na forma vetorial de pontos (mapa da esquerda), e na forma de áreas de densidade (mapa da direita) indicando por meio de tons de vermelho a concentração de focos. Em Franco da Rocha, foram registrados 250 focos (2/3 do total), enquanto em Caieiras foram identificados 125 focos. Observando o mapa, notaram-se três pontos com maior concentração de focos de calor, dois na faixa central (1 e 2), coincidindo como PEJ, e um terceiro ao norte (3). Foi na faixa central da área estudo onde se contabilizou a maior concentração de ocorrência de focos de calor, 148 (40% do total), sendo que no interior do PEJ foram registrados 123 focos (1/3 do total), dos quais mais de 60% ocorreram em coberturas vegetais do tipo campo. Nesta faixa, localiza-se a área remanescente da antiga Fazenda Juquery, que abrigou o Complexo Hospitalar do Juquery, desmembrada para vários usos como hospitais, manicômios, escolas, presídios, batalhões do corpo de bombeiros e da polícia militar e o próprio PEJ que ocupa a maior porção desta área, onde existem remanescentes de fitofisionomias de Cerrado.

Na tabela 3, os focos de calor foram agrupados por classe de uso e cobertura da terra. Apesar de algumas inconsistências, como focos de calor em área urbana, mais de 85% das ocorrências foram localizados sobre algum tipo de vegetação. As áreas cobertas por campo, apesar de representarem 30% da cobertura da área de estudo, concentraram 43% dos focos, enquanto que nas áreas cobertas por matas, que representavam 37% do total, os focos somavam 31%. Em relação às áreas de reflorestamento, das 29 ocorrências registradas, 25 estavam no município de Caieiras a sudoeste do PEJ.

Tabela 3 - Focos de calor florestal por classe de uso e cobertura da terra

Classe de uso e cobertura da terra	Focos de Calor	
	Quantidade	%
Campo	160	43
Mata	117	31
Área Urbana	50	13
Reflorestamento	29	8
Área descoberta	15	4
Uso agrícola	4	1
TOTAL	375	100

Fonte: Compilação própria extraído do INPE (2019) e Imagem Sentinel 2 (ago de 2018).

FOCOS DE CALOR E PLUVIOSIDADE

Na figura 3, representou-se o acumulado anual de focos de calor em conjunto com a precipitação (mm/ano) para o período de 2002 a 2018. Foi possível observar que os anos de 2013 e 2014 apresentaram um aumento de registros de focos de calor, que coincidiu com os anos de menor pluviosidade para o período, 844 e 1.014 mm, respectivamente, quando a média para este intervalo foi de 1.371 mm. Como o satélite NPP-375 possuía um sensor de maior resolução espacial, ele tinha a capacidade de registrar focos de calor de menor tamanho que o satélite AQUAM-T, o que representou um salto na qualidade e na quantidade de registros de focos de calor.

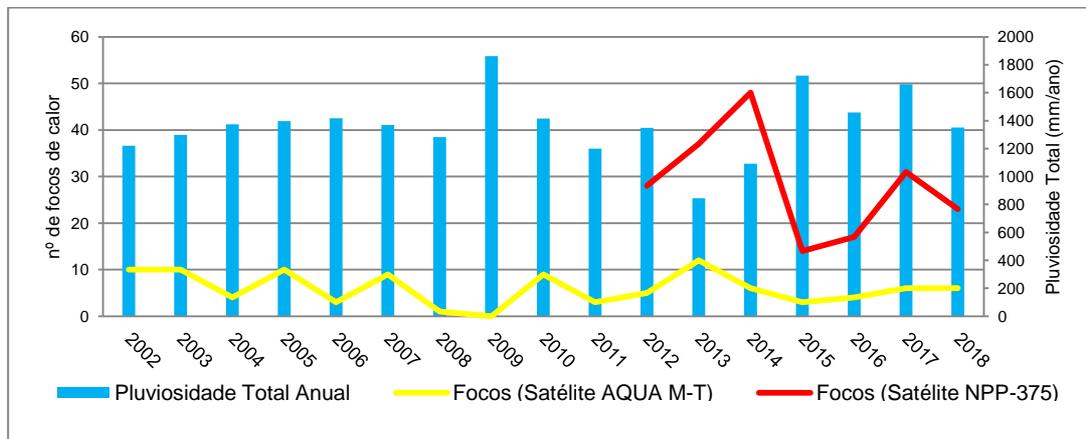


Figura 3 - Focos de calor e pluviosidade anual em milímetros (2002-2018).Fonte: Compilação própria com dados extraídos do INPE (2019) e ANA (2019).

Foram representados também os dados do acumulado mensal de focos de calor, relacionando-os com as médias pluviométricas mensais para o período de 2002 a 2018 (figura 4), percebendo-se que a partir de junho o número de registros de focos aumenta numa constante até atingir seu pico em setembro, apresentando uma queda continua nos meses seguintes. Observou-se que o aumento do número de focos de calor foi acompanhado pela diminuição da média mensal da pluviosidade, que a partir de abril apresentou queda, com um pequeno aumento em julho, até chegar ao mínimo em agosto (27 mm), quando começou a aumentar, ou seja, coincidindo com o inverno, estação mais seca para o contexto regional em que se insere a área de estudo.

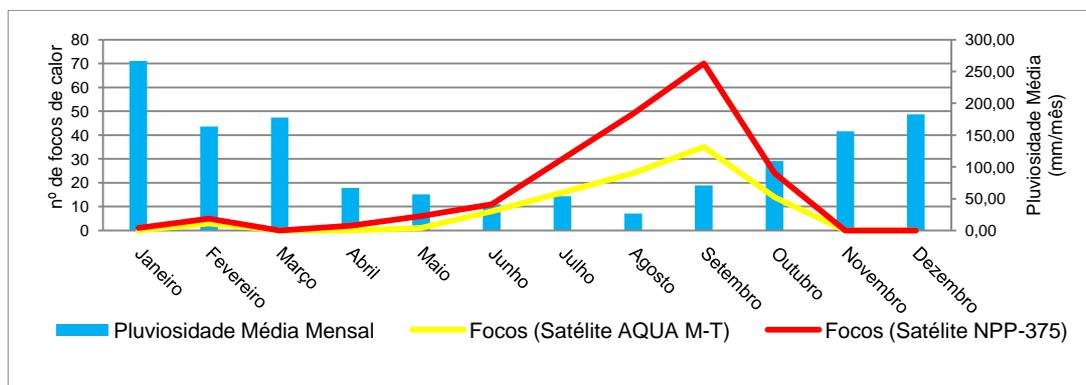


Figura 4 - Focos de calor e pluviosidade mensal em milímetros (2002-2018).Fonte: Compilação própria com dados extraídos do INPE (2019) e ANA (2019).

Setembro foi o mês com maior registro de focos de calor, 105 no total entre 2002 e 2018, e vem na sequência do mês de menor média de chuva, agosto. Os meses de julho a outubro, somados, representam quase 94% dos registros identificados pelos satélites, ou seja, cinco dos doze meses do ano responderam por praticamente todos os registros de focos de calor na área de estudo, coincidindo com os meses de menor pluviosidade para o período.

Pela análise temporal e espacial dos dados de registros de focos de calor, combinada com os dados de pluviosidade, notou-se que na área de estudo havia um histórico considerável de focos de calor, com três locais de concentração e algumas ocorrências mais difusas, possuindo relação com o tipo de vegetação, principalmente a de campo. Com essas informações, mais o mapa de uso e cobertura da terra, partiu-se para a análise das componentes da vulnerabilidade associados a incêndios florestais na área de estudo.

COMPONENTES DA VULNERABILIDADE

A vulnerabilidade a incêndio florestal com base no modelo conceitual proposto por Tedim e Carvalho (2013) é apreendida através de suas componentes (exposição, fragilidade/sensibilidade e capacidade de intervenção). Procurou-se abordar de forma analítica cada uma dessas componentes sobre a perspectiva de dois elementos que foram considerados de grande relevância para a sociedade: a população/domicílio e o PEJ.

COMPONENTE: EXPOSIÇÃO

Exposição diz respeito a interface, ou locais, onde a interação entre o fogo, oriundo de incêndios florestais, e os sistemas socioecológicos podem produzir perdas e danos a elementos valorizados pela sociedade, entendendo esta componente como resultado de um processo histórico-social (TEDIM e CARVALHO, 2013) que influencia, por exemplo, a escolha de um local como domicílio ou para preservação. No caso em questão, procurou-se analisar o grau de exposição da população/domicílio e do PEJ em relação a incêndios florestais.

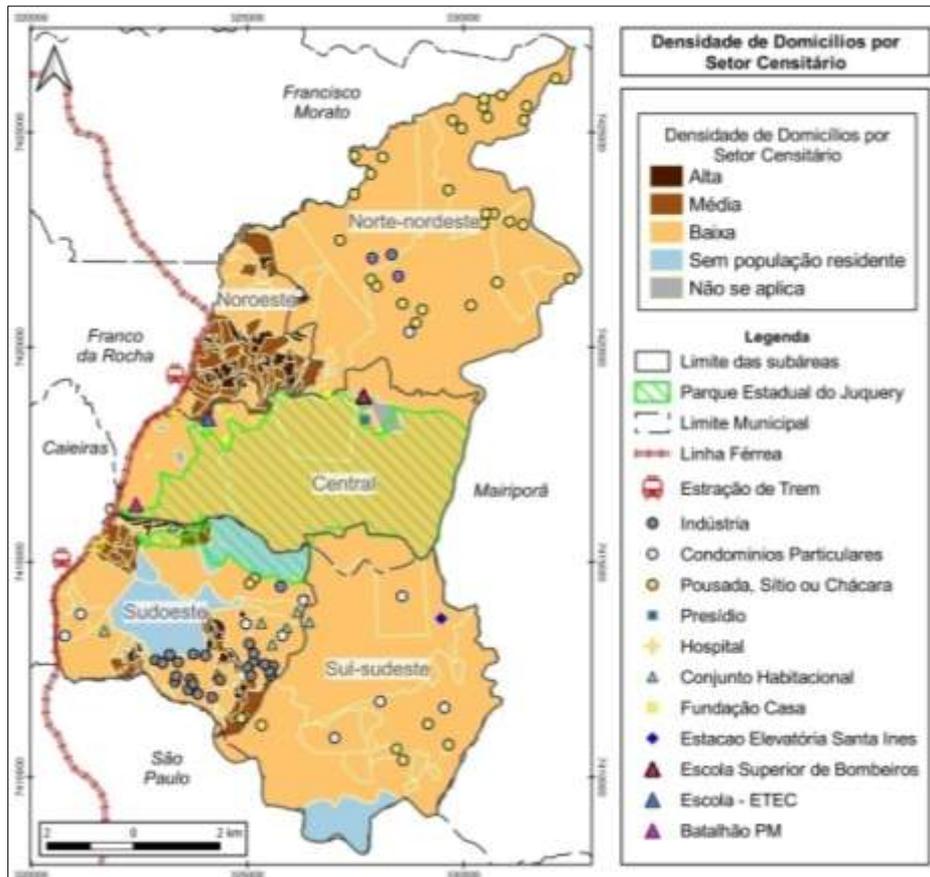


Figura 5 - Densidade de domicílios por setor censitário.

Na figura 5, pode-se conferir a distribuição espacial dos setores censitários classificados em alta, média e baixa densidade de domicílios (domicílios/km²). Partindo dessa classificação, associada ao uso e cobertura da terra, dividiu-se a área de estudo em cinco subáreas que foram denominadas a partir da sua posição em relação aos pontos cardeais. Na tabela 4, foram relacionadas as classes de densidade com a respectiva quantidade de população e de domicílios e o tamanho que ocupam na área de estudo.

Tabela 4 - Setores censitários por classes de densidade de domicílios.

Setores Censitários por Classes densidade de domicílios (km ² /hab.)	População		Domicílios		Área	
	Qtde	%	Qtde	%	km ²	%
Alta (acima de 3.085)	38.116	34,95	11.380	34,80	2,60	2,43
Média (de 1.132 a 3.085)	41.029	37,65	12.386	37,90	5,90	5,53
Baixa (abaixo de 1.132)	29.892	27,40	8.923	27,30	98,55	92,04
TOTAL	109.037	100,00	32.689	100,00	107,05	100,00

Fonte: Extraído do Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2011).

Partiu-se do pressuposto que quanto menor a densidade de domicílios, maior seria a chance desses domicílios estarem em contato ou mesmo mesclado com algum tipo de vegetação, assim, verificou-se que nos setores censitários com baixa densidade de domicílios, que somavam mais de 90% do território da área de estudo, encontravam-se 27% dos domicílios, enquanto que os setores

com média e alta densidade, que não chegavam a ocupar 10% do território, concentravam mais de 70% dos domicílios.

Os setores de alta e média densidade estavam concentrados nas subáreas noroeste e sudoeste, coincidindo com as áreas urbanas de maior extensão e próximas da linha férrea. Em Franco da Rocha, a área urbanizada se apresentou mais contínua e centralizada que em Caieiras, onde a urbanização se deu no entorno de uma grande área de plantio de eucalipto (reflorestamento), com a presença de alguns conjuntos habitacionais e um pequeno polo industrial.

Os setores censitários de baixa densidade de domicílios ocupavam as demais subáreas (norte-nordeste, sul-sudeste e central). Na subárea norte-nordeste, as áreas urbanas apresentavam-se fragmentadas e descontínuas. Em campo observaram-se muitas ocupações sem acabamento, próximas ou mesmo cercadas de vegetação, algumas delas voltadas para atividades de lazer como pousadas, sítios e chácaras e outras para pequena produção rural. Presenciaram-se também alguns vestígios de ocorrência de fogo em vegetação em locais próximos a ocupações.

Na subárea sul-sudeste não foram avistadas propriedades rurais. Os bairros urbanos eram pequenos e isolados, com presença de algumas poucas ocupações do tipo pousadas, chácaras e sítios. Destacou-se nesta subárea a presença de dois condomínios particulares de alto padrão que se mesclam com a paisagem serrana florestada como fator de valorização do espaço. O condomínio Alpes da Cantareira (figura 6) ficava próximo ao limite sul do PEJ, em altitudes mais baixas que o outro, o Parque Suíça, localizado entre o setor médio e alto da Serra da Cantareira que é um local densamente coberto por floresta do tipo ombrófila densa (INSTITUTO FLORESTAL, 2019).

Na subárea central, a baixa densidade de domicílios dos setores censitários se explica pela presença de uma grande propriedade do Estado (remanescente da Fazenda Juquery), que foi desmembrada e destinada para vários equipamentos públicos como presídio, hospitais, corporações policiais (militar e bombeiros), escolas, clubes e o Parque Estadual do Juquery que ocupa a maior porção desta faixa. No PEJ, os fundos de vale estavam cobertos por vegetação florestal, enquanto que os interflúvios, aplainados e convexos, eram cobertos por vegetação campestre.



Figura 6 - Vista para o PEJ e Serra da Cantareira. Autor: Acervo pessoal, 04/10/2019.

Na figura 6, cujo registro foi feito de um patamar mais elevado em um ponto da subárea noroeste com vista para direção sudeste, percebeu-se uma nítida diferença no padrão e forma de ocupação da paisagem. Na parte de baixo da foto, estavam as áreas densamente urbanizadas e ocupadas por habitações populares da subárea noroeste. No centro da foto, encontrava-se o PEJ cujo limite com a subárea noroeste se dava pela presença de uma rodovia que acompanha o fundo de vale do Rio Juquery. No fundo da imagem, do lado esquerdo, próximo ao limite do Parque, num setor um pouco mais elevado, encontrava-se o condomínio de "Alpes da Cantareira" (subárea sul-sudeste), cujas ocupações se mesclam com fragmentos florestais. Nesta paisagem o PEJ acaba por ser um elemento que de um lado sofria pressão do avanço da urbanização que chegou até o seus limites e, por outro, separou duas formas distintas de ocupação do território, ocupadas por grupos sociais distintos.

A análise da distribuição dos setores censitários de alta, média e baixa densidade de domicílios, associada com visita de campo e interpretação de imagens de satélite, indicou que nas subáreas norte-nordeste e sul-sudeste a interface urbano-florestal (IUF) é maior que nas demais áreas, sugerindo que a população e os domicílios que se encontram nessas subáreas estão em situação de maior exposição a incêndios florestais.

Podem-se inferir algumas causas que levaram estes locais a atingir tal condição: avanço da urbanização para áreas periféricas que antes eram ocupadas por propriedades rurais que entraram em decadência, que num primeiro momento foram ocupadas por populações de baixa renda que se instalavam em locais sem infraestrutura urbana e sem ordenamento e planejamento territorial; e, aumento na oferta e demanda por espaços periurbanos, cuja paisagem mescla elementos urbanos com naturais, ou naturalizados, tanto para atividades de lazer, como para uso residencial permanente ou secundário voltado para um público de renda mais elevada.

Já na área central a interface urbano-florestal em termos de presença de domicílio e população é mínima, sendo que 90% desta área eram ocupadas por cobertura vegetal, sendo 50% por campos e 40% por matas, e uma considerável parte dos 10% restantes são áreas do reservatório Paiva Castro. Foi neste contexto que estava inserido o Parque Estadual do Juquery que ocupa

mais de 80% desta subárea, sendo uma das funções do Parque a de conservar as coberturas vegetais nele existentes, ou seja, pela sua própria existência e manutenção ele sempre terá uma alta exposição a incêndios florestais.

COMPONENTE: SENSIBILIDADE/FRAGILIDADE

Esta componente tratou da avaliação das características dos elementos expostos que quando submetidos ao fogo poderiam afetar sua integridade e/ou funcionalidade (TEDIM e CARVALHO, 2013). As características do PEJ e da população/domicílio foram abordadas sob três dimensões de análise: física, social e ecológica, conforme proposta de Tedim et al (2011).

DIMENSÃO FÍSICA

Elaborou-se um mapa de suscetibilidade a incêndios florestais (figura 7) no qual as áreas são classificadas como de alta, média, baixa ou nula suscetibilidade. As variáveis que influenciam a ignição do fogo (tipo de vegetação e orientação das vertentes) e a propagação do fogo (declividade) foram combinadas a partir da metodologia proposta por Torres et al (2014) com os pesos e notas relacionados na tabela 5.

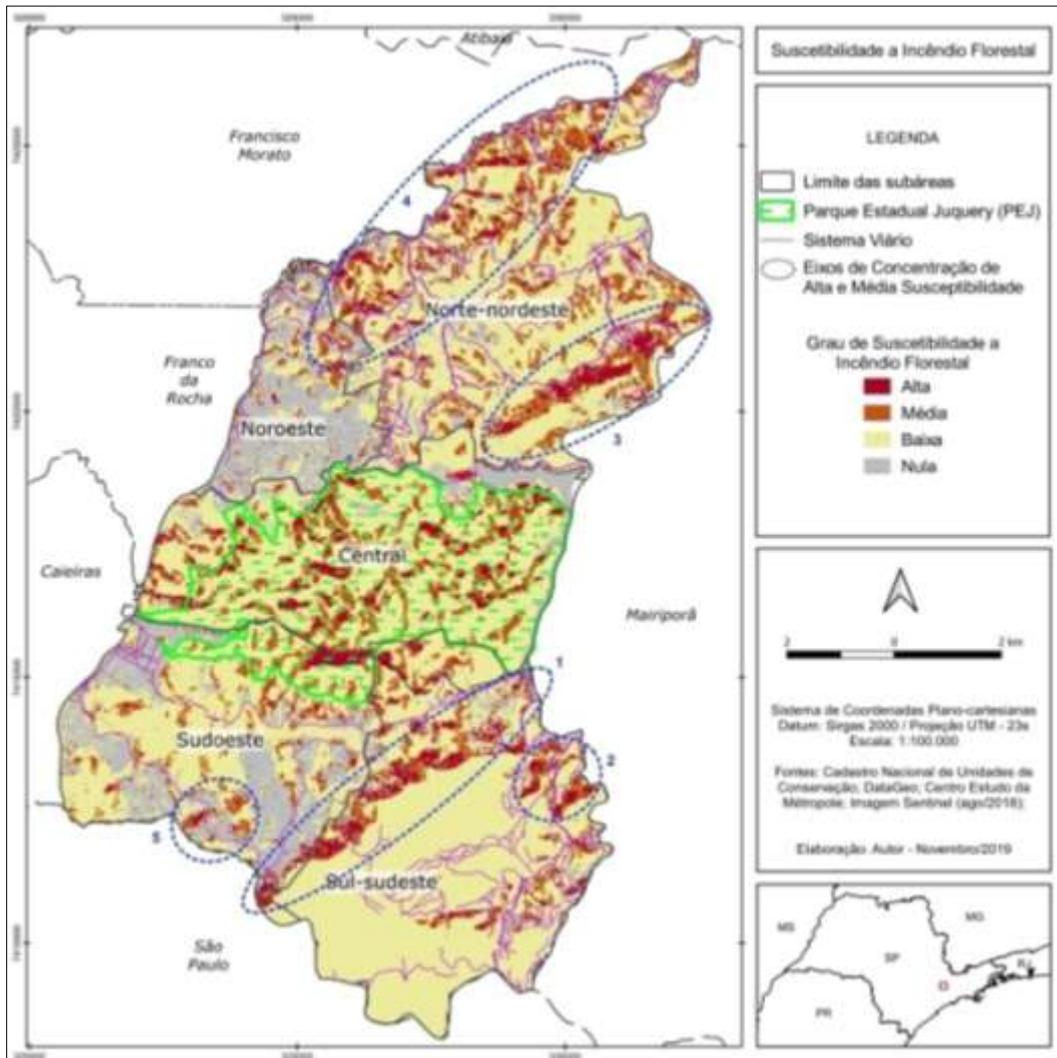


Figura 7 - Mapa de suscetibilidade a incêndio florestal.

As áreas acima da cota 932 localizadas na subárea sul-sudeste foram consideradas como baixa suscetibilidade devido à baixa ocorrência de focos de calor, pela condição térmica mais amena e alta pluviosidade (TARIFA e ARMANI, 2003) e pela cobertura vegetal predominante composta por floresta ombrófila densa montana segundo inventário florestal de 2010 (INSTITUTO FLORESTAL, 2019).

Tabela 5 - Peso e notas para mapeamento da suscetibilidade a incêndio florestal

Uso e Cobertura Peso 33%		Orientação Peso 33%		Declividade Peso 34%	
Classe	Nota	Classe	Nota	Classe	Nota
Área urbana, Descoberta e Água	0	Sul	4	Muito fraca	2
Área agrícola	3	Leste	6	Fraca	4
Reflorestamento	6	Oeste	8	Média	6
Mata	8	Norte	10	Forte	8
Campo	10			Muito Forte	10

Fonte: Adaptado de Torres et. al. (2014).

Na subárea central onde se encontrava o PEJ, notou-se que os locais de alta e média suscetibilidade estavam dispersos, o que exige um esforço maior por parte da gestão do Parque para monitoramento e combate aos incêndios. Essa distribuição difusa possibilita que, num mesmo dia ou num curto intervalo de tempo, aconteçam múltiplos focos de incêndios em locais diversos.

Na subárea noroeste, por ser a mais urbanizada e de menor interface urbano-florestal, predominavam locais com suscetibilidade nula, apresentando alguma mudança em pontos próximos ao limite com a subárea norte-nordeste.

Para as demais subáreas, foram indicadas no mapa de suscetibilidade "eixos de concentração" de alta e média suscetibilidade, numerados de um a cinco. Esses "eixos" foram combinados com dados censitários de 2010 disponibilizados pelo IBGE na forma de grade estatística (figura 8), permitindo estimar o número de moradores e domicílios (

tabela 6) nesses eixos.

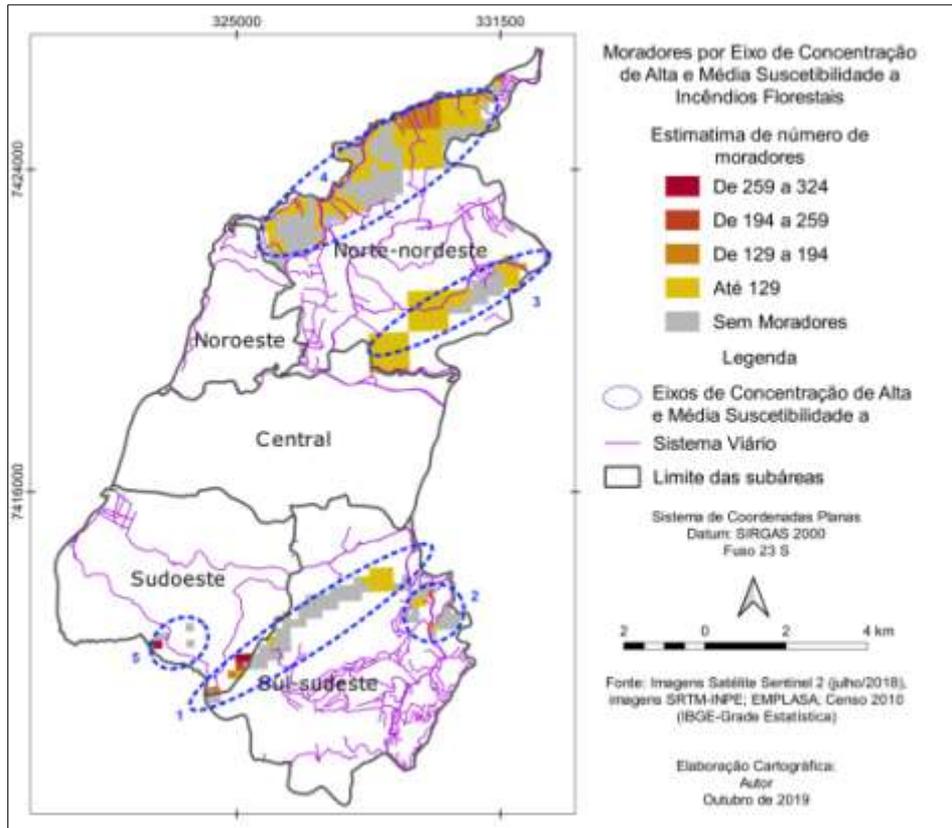


Figura 8 - Moradores sobre os eixos de concentração de alta e média suscetibilidade.

Tabela 6 - População e domicílios por eixo de concentração de alta suscetibilidade a incêndios florestais.

Eixos de concentração de Alta e Média Suscetibilidade	População	Domicílios
1	1.476	432
2	25	8
3	188	40
4	1.039	227
5	415	115
TOTAL	3143	822

Fonte: Extraído do censo demográfico 2010 (IBGE).

Na subárea sul-sudeste, o "eixo 1" encontrava-se em uma faixa de transição entre áreas urbanas e florestais. A ocupação neste eixo concentrava-se nas extremidades, em uma delas (direita) estava o condomínio "Alpes da Cantareira" em que as ocupações se misturam com fragmentos florestais, na outra extremidade (esquerda) as ocupações mantinham uma relação de contato mais de borda. No "eixo 2", as ocupações eram pontuais e isoladas, com apenas oito domicílios em um contexto de densa cobertura florestal.

Os "eixos 3" e "4", na subárea norte-nordeste, apresentam um padrão de ocupação disperso, com presença de diversas vias. A combinação de domicílios, ocupações dispersas, vias de acesso, locais de alta suscetibilidade, zonas com alta interface urbano-florestal e registros de vestígios de incêndio florestal levaram a considerar o "eixo 4" como um dos mais suscetíveis e expostos a ocorrência de incêndios florestais.

O "eixo 5" apresentou uma ocupação pontual e de grande densidade, com mais de 200 moradores, onde se observaram fragmentos de cobertura vegetal cercados por uma área densamente urbanizada.

DIMENSÃO SOCIAL

Para analisar a componente de sensibilidade/fragilidade sob a perspectiva da dimensão social, foram utilizadas duas variáveis: o rendimento médio por domicílio particular proveniente do censo demográfico de 2010; e o Índice de Vulnerabilidade Social Paulista (IPVS) versão 2010 elaborado pela SEADE (2013). As duas variáveis puderam ser representadas espacialmente por serem vinculadas aos setores censitários (figura 9), porém tiveram pouca aplicabilidade sobre a área central, tanto que o IPVS considera os setores censitários inseridos nesta subárea como "não aplicável" ou "sem residentes".

A subárea sul-sudeste foi a única que apresentou um setor classificado como de baixíssima vulnerabilidade, setor este que coincidiu com o Condomínio

"Alpes da Cantareira" que também apresentou rendimentos médios na faixa mais alta (acima dos cinco mil reais). Nesta mesma faixa de renda, na subárea sul-sudeste, há o setor que coincidiu com outro condomínio, o "Parque Suíça", classificado pelo IPVS como de vulnerabilidade muito baixa. Trata-se de uma área de baixa densidade populacional com extensa cobertura florestal (mata). Mesmo o condomínio "Alpes da Cantareira" apresentando sobreposição com o "eixo 1" de alta e média suscetibilidade a incêndio florestal, pela condição social e econômica, inferiu-se que a população deste local seria pouco sensível a danos que possam ser causado por incêndios florestais. No outro extremo deste eixo, notou-se uma condição socioeconômica diferente, com rendimentos médios entre 1.149 a 1.942 reais e com IPVS médios e baixos que é uma situação semelhante a do "eixo 5".

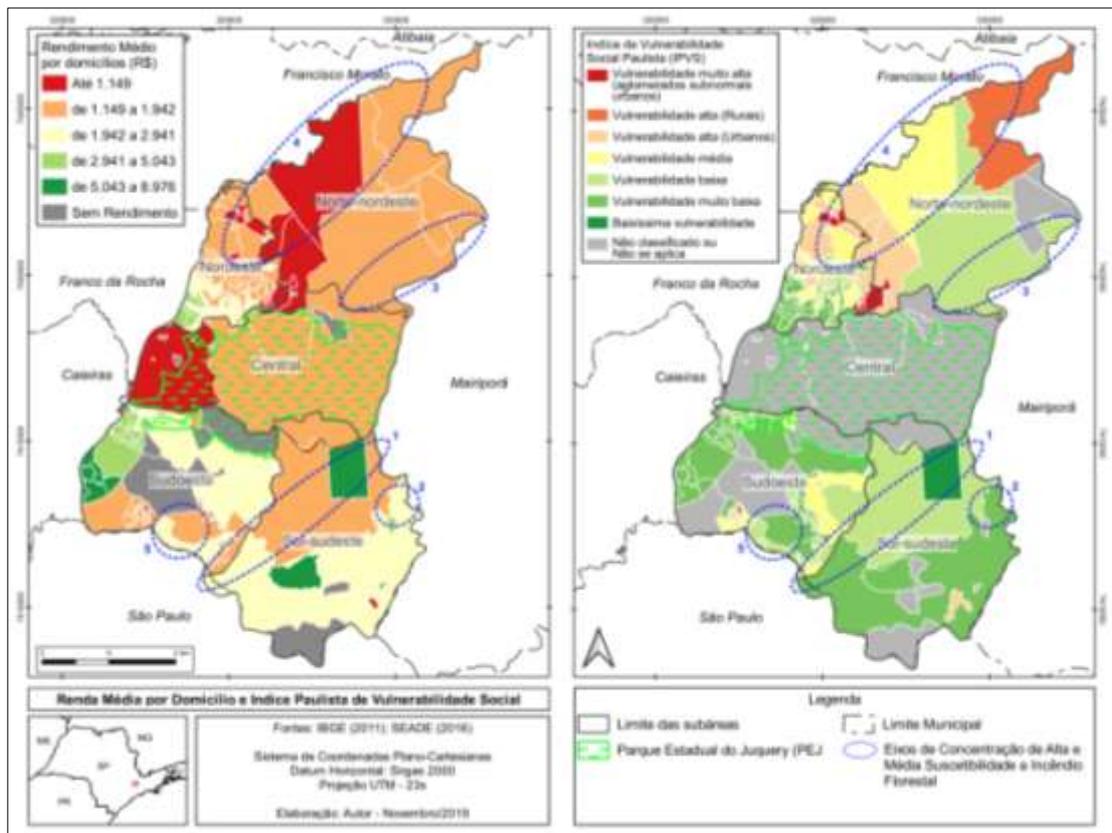


Figura 9 - Rendimento médio por domicílio e o IPVS por setor censitário.

As populações mais sensíveis a incêndios florestais estavam inseridas na subárea norte-nordeste, principalmente as que habitavam sobre o "eixo 4". Todos os setores censitários desta subárea apresentavam rendimentos médios por domicílio abaixo de dois mil reais. Em relação ao IPVS, o eixo 4 destaca-se por apresentar situações diversas com setores classificados como de vulnerabilidade alta (urbana) e média, um setor classificado como de vulnerabilidade muito alta associada a área rural e setores de vulnerabilidade muito alta associados a aglomerados subnormais urbanos que se referem a

[...] uma forma de ocupação irregular de terrenos de propriedade alheia – públicos ou privados – para fins de habitação em áreas urbanas e, em geral, caracterizados por um

padrão urbanístico irregular, carência de serviços públicos essenciais e localização em áreas restritas à ocupação (IBGE, 2011).

DIMENSÃO ECOLÓGICA

Em estudo realizado por Baitello et al (2013) no PEJ, foram identificadas 420 espécies fanerógamas (sistema reprodutivo a partir de sementes), distribuídas em 257 gêneros e 84 famílias, sendo desse total 65% exclusivas de Cerrado, 29% exclusivas de fisionomia florestal e de fundo de vale e 6% comuns a ambas. Este estudo encontrou ainda três espécies consideradas pouco frequentes em áreas de Cerrado no Estado de São Paulo. Os autores identificaram também populações de espécies de Cerrado ameaçadas de extinção, sendo cinco espécies consideradas presumivelmente extintas, cinco em situação vulnerável e 18 em situação de "quase ameaçada". Já em relação a espécies de formação florestal, os pesquisadores identificaram uma em situação vulnerável e duas em situação quase ameaçada.

Além de realizar a função de preservar os habitat onde as espécies vegetais descritas acima ocorriam, com destaque para aquelas associadas ao Cerrado, o PEJ desempenhava outras importantes funções, algumas inclusive mencionadas no Decreto de criação do Parque como a de proteger as ilhas-refúgios de Cerrado datadas do Pleistoceno, quando este domínio vegetal espalhava-se por grande parte do Estado de São Paulo, configurando provável testemunho das dinâmicas de mudanças climáticas e paleoecológicas. Outras funções, estas comuns a Unidades de Conservação desta categoria, seriam a preservação de mananciais, sequestro de carbono, preservação de habitat de fauna, regulação climática, atividades de lazer, recreativas e educacionais.

Apesar do fogo comprometer várias funções desempenhadas pelo PEJ, é na biodiversidade que seus efeitos teriam um impacto mais significativo, pois frequências de incêndios superiores aos padrões naturais foram registradas no interior do Parque, que associadas a presença de espécies invasoras como braquiárias (*Urochloa brizantha*) e capim-gordura (*Melinis minutiflora*), comprometeram a manutenção da flora, retardando e até impedindo o restabelecimento de algumas espécies, dificultando o adensamento de árvores e de grandes arbustos, favorecendo elementos herbáceos e diminuindo a diversidade de espécies, ou seja, estão se estabelecendo no Parque espécies mais adaptadas a condição de fogo frequente (BAITELLO et al, 2013).

Importante destacar que o fogo em si não é uma ameaça aos ecossistemas associados ao Cerrado, o problema estaria na frequência que ele vem ocorrendo. No senso comum, o fogo acaba sendo associado como um evento prejudicial ao meio ambiente, porém em áreas de Cerrado a ação do fogo possui um papel muito mais complexo. Políticas de supressão de fogo no Cerrado se intensificaram, o que para Durigan et al (2018) pode ser considerado como uma ameaça para estes ambientes, principalmente quando as instituições deixam de pautar suas decisões em considerações mais técnicas, o que acaba por ser uma condição também de fragilidade.

CAPACIDADE DE INTERVENÇÃO

Esta componente da vulnerabilidade tratou das competências e recursos que as pessoas e instituições teriam a sua disposição para reduzir a fragilidade dos elementos expostos, minimizando assim os impactos negativos decorrentes de incêndios florestais (TEDIM e CARVALHO, 2013). Seguindo proposta destes autores, as variáveis para análise desta componente foram agrupadas em capacidade de antecipação, capacidade de enfrentamento e capacidade de recuperação.

Em relação à capacidade de antecipação, levantaram-se algumas ações organizadas em nível institucional, como o monitoramento realizado pelo INPE em relação ao "risco de queima de vegetação" que é calculado pelo histórico da precipitação nos últimos 120 dias em conjunto com dados de temperatura, umidade relativa do ar mínima, tipo de vegetação e ocorrência de focos de calor (INPE, 2019). Os dados desse monitoramento estavam disponíveis para consulta em um geoportal³ com a representação em mapa das áreas de risco de fogo com previsão de um, dois e três dias, com atualização diária. O INPE também disponibilizava um serviço de alertas para focos detectados em áreas de monitoramento especial.

Na esfera Estadual, o Decreto nº 56.571/2010 instituiu o Sistema Estadual de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais, denominado Operação Corta Fogo, coordenado pela Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA), dividido em quatro programas: prevenção, com proposta de trabalho focado em campanhas educativas e de sensibilização, mapeamento de áreas de risco e implantação de Planos de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais em Unidades de Conservação; controle, voltado para questões ligadas a autorizações de queimadas controladas e fiscalização; monitoramento, com uso dos dados disponibilizados pelo INPE; combate, onde estão previstas ações de logística, equipamentos, capacitação de brigadas de incêndios municipais, institucionais ou voluntárias (SIMA, 2019).

No nível municipal, a Operação Corta Fogo previa a participação dos municípios como órgãos locais do Sistema, com competências para desempenhar ações de prevenção, controle, fiscalização e combate aos incêndios florestais, tratando-se de um compromisso voluntário da administração municipal que precisava ser renovada a cada nova gestão (SIMA, 2019). Por meio do sítio eletrônico da Operação Corta Fogo⁴, verificou-se que apenas o município de Caieiras aderiu ao ciclo 2017-2020. Em consulta aos sítios eletrônicos oficiais, tanto de Caieiras como de Franco da Rocha, não se encontrou legislação, programa ou ação voltada especificamente para prevenção e combate a incêndios florestais.

Quanto à capacidade de enfrentamento, a própria Operação Corta Fogo possuía uma ação voltada para as Unidades de Conservação, os "Planos de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais em Unidades de Conservação" com objetivos de: caracterizar a situação e infraestrutura da Unidade de Conservação (UC); elaborar o mapeamento de áreas prioritárias e críticas de ocorrências de incêndios; sistematizar as ações preventivas; e definir os procedimentos, rotinas e estratégias para o combate ao fogo (SIMA, 2019).

³ <http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal/risco-de-fogo-meteorologia>

⁴ https://smastr16.blob.core.windows.net/cortafogo/2019/10/tabela_municipios_aderentes_16_10_2019.pdf

Além de criar procedimentos voltados para o combate a incêndios florestais em UC, a Operação Corta Fogo instituiu três polos regionais, um dos polos ficava sediado dentro do PEJ. Esses polos foram dotados de equipamentos de combate a incêndios florestais como tratores especiais, carreta-tanque, roupas especiais, enxadas, câmeras, lanternas, entre outros (SIMA, 2016).

O fato do PEJ ser um dos polos da Operação Corta Fogo, fez com que todos os equipamentos ficassem disponíveis e acessíveis de maneira rápida, diminuindo o tempo de resposta em caso de necessidade de combate a incêndio. Além dos equipamentos, o Parque contava com duas torres de observação de incêndios localizadas em pontos estratégicos do Parque.

Outra variável em nível institucional para enfrentamento de incêndios florestais foi a existência de grupamentos do corpo de bombeiros. A localização, distância e acessos desses grupamentos em relação à área de estudo podem ser observados na figura 10, pela qual se pode notar a existência de um grupamento localizado no centro da área de estudo, na divisa com PEJ, onde também funciona a Escola Superior de Bombeiros. Outros dois grupamentos no entorno foram identificados, um em São Paulo no bairro de Perus a sudoeste da área de estudo e outro mais distante no município de Cajamar.

Além da distância e vias de acesso, outro fator importante para ação do corpo de bombeiro são as condições de acesso. O grupamento localizado em Franco da Rocha tinha acesso fácil ao PEJ com o qual é vizinho, porém a circulação no interior do Parque é mais restrita por não existir vias pavimentadas, apenas estradas de terra e trilhas. O acesso deste grupamento ao extremo norte da área de estudo, onde se verificou existir uma situação de alta exposição, fragilidade e suscetibilidade, se dá pelo interior do perímetro urbano e estradas de terra às vezes precárias. Já o acesso à subárea sul-sudeste passa por uma estrada sinuosa que atravessa a Serra da Cantareira, denominada Estrada Santa Inês.

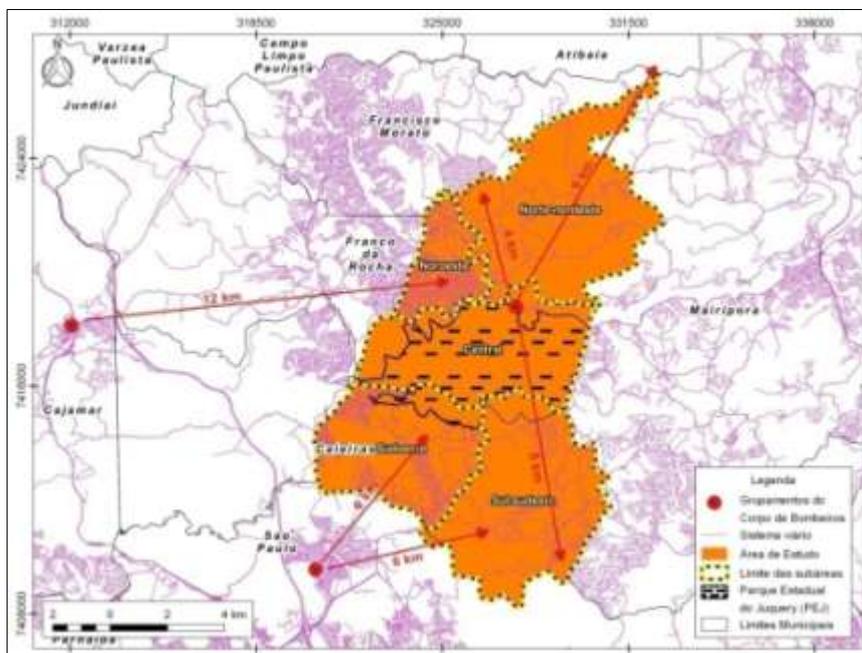


Figura 10 - Localização dos grupamentos do corpo de bombeiros.

O grupamento localizado em São Paulo, no bairro de Perus, precisaria utilizar vias urbanas de um bairro altamente adensado e urbanizado e com ruas estreitas, enquanto que o grupamento localizado em Cajamar encontrava-se a 12 quilômetros da área de estudo, sem acesso direto a mesma.

Para analisar a capacidade de recuperação dos grupos sociais existentes na área de estudo, recorreu-se novamente aos dados de renda média por domicílio e ao IPVS que foram representadas na figura 9. Os setores censitários que apresentam renda média maior e IPVS menor seriam aqueles em que as pessoas teriam acesso a recursos financeiros, técnicos e informação que lhes permitiriam melhores condições de enfrentamento a incêndios florestais, assim como melhores condições de se recuperar de possíveis danos causados, enquanto que os setores em condições de menor renda e maior IPVS apresentariam maiores dificuldades para lidar com incêndios e se recuperar de possíveis danos. As populações em piores condições de enfrentamento e recuperação a incêndios florestais seriam aquelas situadas na subárea norte-nordeste, com destaque para aquelas inseridas no "eixo 4", que estão em situação de alta exposição e fragilidade também.

Em relação ao PEJ, a capacidade natural de recuperação da cobertura vegetal, principalmente aquela associada ao Cerrado, pode ser considerada alta, desde que a frequência dos incêndios mantenha-se baixa. Os remanescentes de Cerrado cobriam mais de 50% do Parque, com espécies adaptadas ao fogo, algumas inclusive dependem do fogo ao qual tem seus processos reprodutivos associados (DURIGAN et al, 2018), ou seja, o fogo tem uma função de agente ecológico neste ecossistema (NASCIMENTO, 2001), atuando no sentido de criar novas condições de competição entre as espécies (BAITELLO et. al., 2013).

Baitello et al (2013, p. 31) verificaram em pesquisa realizada no PEJ que após a passagem do fogo se criavam condições para o rebrotamento das espécies. Eles complementam ainda que:

O fogo no PEJ induz as espécies, especialmente as herbáceas e as subarbustivas resistentes, a emitir novos brotos. O brotamento é incrivelmente rápido, podendo se dar já a partir do 10º dia. Por volta do vigésimo dia a área já pode estar plenamente verde. Ficou ainda evidente, no acompanhamento pós-fogo, que este possibilitou o ressurgimento de grandes populações de diferentes espécies, raramente ou nunca observadas nessas áreas queimadas.

Assim, existe uma condição natural das fitofisionomias do Cerrado existentes no PEJ de enfrentamento e recuperação à passagem de um incêndio florestal, que pode ser reforçada por ações de manejo por parte da gestão.

CONCLUSÃO

No processo de ocupação e divisão do território, em grande parte dos municípios médios e grandes, nota-se que grupos sociais em melhores condições socioeconômicas tendem a ocupar porções do território com características físicas e estruturais que lhes propiciem um ambiente mais agradável, seguro, de melhor acesso e mais valorizado, enquanto que para os grupos em piores condições sobram os locais descartados ou não valorizados.

Alguns controles e atributos do clima têm grande influência sobre a suscetibilidade para a ocorrência de incêndios florestais. Foi possível levantar informações de precipitação, identificando períodos menos chuvosos, assim como localizar as vertentes com orientações que recebem maior radiação solar para a área de estudo, o que contribuiu para indicar tanto períodos do ano como locais em que o risco de ocorrência de incêndios florestais é maior. Essas informações foram de grande relevância para a localização e análise das situações de vulnerabilidade socioambiental da área de estudo.

Percebe-se que 94% dos registros de focos de calor concentram-se em um período específico do ano (entre junho e outubro), coincidindo com a estação mais seca (inverno). Nota-se também um maior número de focos de calor relacionados com coberturas vegetais do tipo campo (43%), com destaque para área do Parque Estadual do Juquery que concentra quase 33% das ocorrências de focos de calor, onde 50% do seu território são cobertos por fisionomias vegetais características de Cerrado.

Nas subáreas noroeste e sudoeste, as mais urbanizadas, populosas e povoadas, encontra-se uma população menos exposta a incêndios florestais. As subáreas norte-nordeste e sul-sudeste são as que apresentam maior grau de exposição das populações e domicílios a incêndios florestais, sendo áreas pouco populosas e povoadas, com alta interface urbano-florestal das ocupações e alta suscetibilidade a incêndios florestais. Em termos de fragilidade e capacidade de intervenção, na subárea norte-nordeste estão as pessoas que se encontram em maior fragilidade e com menor capacidade de enfrentamento.

O Parque Estadual do Juquery apresenta alta suscetibilidade ao fogo, o qual também exerce função de agente ecológico, ou seja, o fogo em si não é o problema, mas sim a frequência com que ele ocorre, principalmente quando promovido por ações humanas, intencionais ou não, podendo prejudicar a conservação do Parque, em especial a biodiversidade.

A adesão pela gestão municipal de Franco da Rocha como órgão vinculado ao Sistema de Combate e Prevenção de Estadual, campanhas de prevenção a incêndios florestais, elaboração do Plano de Manejo do PEJ, estudos em escalas de maior detalhe (principalmente na subárea norte-nordeste) e prognósticos de possíveis efeitos relacionados às mudanças climáticas poderiam colaborar para estruturar ações e direcionar esforços no sentido de diminuir a vulnerabilidade a incêndios florestais, seja diminuindo a exposição ao risco de incêndio ou aumentando a capacidade de enfrentamento a incêndios florestais das populações e/ou instituições.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. **Rede hidrometeorológica nacional**. 2019. Disponível em <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/rest/api/documento/convencionais?tipo=3&documentos=2346098>>. Acesso em 03 ago 2019.

BAITELLO et al. Parque Estadual do Juquery: refúgio de Cerrado no domínio atlântico. **Revista do Instituto Florestal**. São Paulo, n. 50, p.1-46, 2013.

CUTTER, S. A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, Coimbra (Portugal), n. 93, 2011.

Disponível em <<https://journals.openedition.org/rccs/165>>. Acesso em: 25 ago 2019.

DURIGAN et al. **Plantas pequenas do Cerrado**: biodiversidade negligenciada. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2018.

ESA - European Space Agency. **User guide sentinel-2 MSI**. Roma (Itália), 2019. Disponível em <<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi>>. Acesso em 14 set 2019.

FAO. Forest and other vegetation fires. 2019. Disponível em <<http://www.fao.org/forestry/firemanagement/en/>>. Acesso em 03 ago 2019.

IBGE. **Base de informações do censo demográfico 2010**: resultados do universo por setor censitário. IBGE: Brasília, 2011. Disponível em <ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Resultados_do_Universo/Agregados_por_Setores_Censitarios/SP_Exceto_a_Capital_20190207.zip>. Acesso em 03 set 2019.

_____. **Manual técnico de uso da terra**: 3ª edição. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

ICMBIO intensifica ações de combate a incêndios. **ICMBIO**, Brasília, 22 jun. 2014. Disponível em <<http://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/4-destaques/4918-icmbio-Intensifica-acoes-de-combate-a-incendios>>. Acesso em: 22 ago 2019.

INPE. **Topodata**: banco de dados geomorfométricos do Brasil. 2011. Disponível em <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php>>. Acesso em 14 set 2019.

_____. **Banco de dados de queimadas**. INPE: São José dos Campos (SP), 2019a. Disponível em <<http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>>. Acesso em 03 set 2019.

_____. **Monitoramento dos Focos Ativos por Países**. INPE: São José dos Campos (SP), 2019b. Disponível em <http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estatisticas_paises/>. Acesso em 03 nov 2019.

INSTITUTO FLORESTAL. **Inventário Florestal do Estado de São Paulo de 2008-2009**. Disponível em <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/sifesp/inventario-florestal/>>. Acesso em 20 abr 2019.

IPCC. **Climate change 2014**: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC, 2015. Disponível em <https://ar5-syr.ipcc.ch/ipcc/ipcc/resources/pdf/IPCC_SynthesisReport.pdf>. Acesso em: 27 abr 2019.

LAMPIN-MAILLET et al, 2011. Wildland urban interfaces, fire behaviour and vulnerability: characterization, mapping and assessment. In: REGO, J. S. S.; RIGOLOTT, E. FERNANDES, P. (org.). **Towards integrated fire management**: outcomes of the european project fire paradox. European Forest Institute, 2010. Disponível em <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00593577/document>>. Acesso em 30 out 2019.

MARANDOLA JR., E. Tangenciando a vulnerabilidade. In: HOGAN, D. J. & MARANDOLA JR., E. (Org.). **População e mudança climática: dimensões humanas das mudanças climáticas globais**. Campinas (SP): Núcleo de Estudos de População-Nepo/Unicamp, p. 29-52, 2009.

NASCIMENTO, I. V. Cerrado: o fogo como agente ecológico. **Territorium**, Coimbra (Portugal), n. 08, p. 25-35, 2001. Disponível em <https://www.uc.pt/fluc/nicif/riscos/Documentacao/Territorium/T08_artg/T08_artg03.pdf>. Acesso em 18 ago 2019.

NEVES, L. L. **Análise da suscetibilidade a incêndios por meio de geoprocessamento**: um estudo no município de Ribeirão Preto, SP. 2017. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de São Carlos: São Carlos, 2017.

RAIMUNDO, S. Características ambientais da metrópole. In: CAMARGO, A. M. A. (org.). **São Paulo de outros tempos**. São Paulo: ARQ-SP, p. 173-190, 2017.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 36.859, de 05 de junho de 1993. Cria o Parque Estadual do Juquery e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado**, São Paulo, SP, 07 jun. 1993. Disponível em <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1993/decreto-36859-05.06.1993.html>>. Acesso em 19 abr. 2019.

SEADE. **Índice Paulista de vulnerabilidade social**: versão 2010. SEADE: São Paulo, 2013. Disponível em <<http://www.iprs.seade.gov.br/ipvs2010/view/pdf/ipvs/metodologia.pdf>>. Acesso em 03 set. 2019.

_____. **Índice paulista de vulnerabilidade social**: versão 2010. São Paulo, 2019. Disponível em <<http://www.iprs.seade.gov.br/ipvs2010/view/index.php?selLoc=1000&selTpLoc=1&prodCod=2>>. Acesso em 04 set 2019.

SIMA. **Polos da operação corta fogo são inaugurados em Campos do Jordão**. São Paulo, 2016. Disponível em <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/cfa/2016/04/polos-da-operacao-corta-fogo-sao-inaugurados-em-campos-do-jordao/>>. Acesso em 28 out 2019.

_____. **Operação corta fogo**. São Paulo, 2019. Disponível em <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/cortafogo/>>. Acesso em 19 out 2019.

SOARES, R. V.; SANTOS, J. F. Perfil dos incêndios florestais no Brasil de 1994 a 1997. **FLORESTA**, Curitiba (PR), V. 32, n. 2, p. 219-232, 2002.

TARIFA, J. R.; ARMANI, G. Os climas naturais. In: TARIFA, J. T.; AZEVEDO, T. R. (Org.) **Os climas na cidade de São Paulo: teoria e prática**. São Paulo: GEOUSP, p. 34-46, 2001.

TEDIM, F. et al. Comprehensive vulnerability assessment of forest fires and coastal erosion: evidence from case-study analysis in Portugal. In: CONTRERAS, D.; KIENBERGER, S. **Handbook of vulnerability assessment in Europe**. European Commission DG environment, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/259193557_Handbook_of_vulnerability_assessment_in_Europe>. Acesso em 28 set 2019.

TEDIM, F.; CARVALHO, S. A vulnerabilidade aos incêndios florestais: reflexões em torno de aspetos conceptuais e metodológicos. **Territorium**, Coimbra (Portugal), n. 20, p. 85-99, 2013. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/263698082_A_VULNERABILIDADE_AOS_INCENDIOS_FLORESTAIS_REFLEXOES_EM_TORNO_DE_ASPECTOS_CONCEPTUAIS_E_METODOLOGICOS>. Acesso em 25 ago 2019.

TORRES, F. T. P. et al. Mapeamento da suscetibilidade a ocorrências de incêndios em vegetação na área urbana de Ubá-MG. **Revista Árvore**: Viçosa (MG), v. 38, n. 5, p. 811-817, 2014.

TORRES, F. T. P. et al. Perfil dos incêndios florestais em Unidades de Conservação brasileiras no período de 2008 a 2012. **FLORESTA**, Curitiba (PR), v. 46, n. 4, p. 531-542, 2016